

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1導電型半導体層の表面領域内に形成された光電変換部と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に前記光電変換部に隣接して形成され、前記光電変換部で発生した信号電荷を受け、この電荷を転送する第2導電型の電荷転送部と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に形成され、前記光電変換部で発生した信号電荷を前記電荷転送部に読み出す電荷読み出し部と、前記電荷読み出し部および前記電荷転送部の上に、ゲート絶縁膜を介して形成された単層の電荷転送電極を備えた固体撮像装置において、

前記電荷転送電極を分離する領域内に高さが電荷転送電極と同等或いはそれ以下の高さになるよう絶縁膜を埋め込んだことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】 前記電荷転送電極の表面部分には、シリサイド膜が形成されていることを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。

【請求項3】 第1導電型半導体層の表面領域内に形成された光電変換部と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に前記光電変換部に隣接して形成され、前記光電変換部で発生した信号電荷を受け、この電荷を転送する第2導電型の電荷転送部と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に形成され、前記光電変換部で発生した信号電荷を前記電荷転送部に読み出す電荷読み出し部と、前記電荷読み出し部および前記電荷転送部の上に、ゲート絶縁膜を介して形成された単層の電荷転送電極と、互いに隣り合う前記電荷転送電極を分離する絶縁膜と、この絶縁膜上に設けられた遮光膜とからなる固体撮像装置の製造方法において、

前記ゲート絶縁膜上に成膜された導電性電極材料膜を行方向に分割し、前記電荷転送電極を形成するため、前記導電性電極材料膜上の第1の領域をエッチングする工程と、

全面に絶縁物を成膜し、前記エッチングした領域を絶縁物で埋め込む工程と、

少なくとも前記導電性電極材料膜が露出するまで前記絶縁物を除去する工程と、

前記導電性電極材料膜上の第2の領域をエッチング除去し、前記光電変換部の開口部分を形成する工程と、を含むことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項4】 第1導電型半導体層の表面領域内に形成された光電変換部と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に前記光電変換部に隣接して形成され、前記光電変換部で発生した信号電荷を受け、この電荷を転送する第2導電型の電荷転送部と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に形成され、前記光電変換部で発生した信号電荷を前記電荷転送部に読み出す電荷読み出し部と、前記電荷読み出し部および前記電荷転送部の上に、ゲート絶縁膜を介して形成された単層の電荷転送電極と、互いに隣り合う前記電荷転送電極を分離する絶縁膜と、この絶縁

膜上に設けられた遮光膜とからなる固体撮像装置の製造方法において、

第1導電型半導体層の表面上にゲート絶縁膜を介して導電性電極材料膜を形成する工程と、

前記導電性電極材料膜上に第1のマスク材を形成する工程と、

前記第1のマスク材をマスクとして前記導電性電極材料膜をエッチング除去し、前記導電性電極材料膜上の第1の領域を行方向に分割する工程と、

10 装置全面に熱によるリフロー性を有する絶縁膜を形成する工程と、

前記絶縁膜を熱リフローする工程と、

前記絶縁膜をエッチバック法によりエッチングし、少なくとも前記導電性電極材料膜の表面を露出させる工程と、

全面に第2のマスク材を形成する工程と、

前記第2のマスク材をマスクとして前記導電性電極材料膜上の第2の領域をエッチング除去し、光電変換部の開口部分を形成する工程と、

20 を含むことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項5】 前記光電変換部が、前記第2の領域に対して自己整合的に形成されることを特徴とする請求項3又は4記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項6】 前記導電性電極材料膜の表面部分をシリサイド化する工程を含むことを特徴とする請求項3乃至5の何れかに記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項7】 絶縁膜をエッチバック法によりエッチングし、少なくとも前記導電性電極材料膜の表面を露出させた後、全面に高融点金属膜を成膜する工程と、

熱処理を行い前記導電性電極材料膜の表面をシリサイド化する工程と、

シリサイド化していない前記融点金属膜を除去する工程と、

を更に有することを特徴とする請求項3乃至5の何れかに記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項8】 第2のマスク材をマスクとして導電性電極材料膜をエッチング除去した後、前記第2のマスク材および前記導電性電極材料膜、もしくは前記導電性電極材料膜をマスクとして第1導電型不純物および第2導電型不純物をイオン注入し、光電変換部を形成する工程と、をさらに有することを特徴とする請求項3乃至7の何れかに記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項9】 第2のマスク材をマスクとして導電性電極材料膜をエッチング除去した後、前記第2のマスク材および前記導電性電極材料膜、もしくは前記導電性電極材料膜をマスクとして第2導電型不純物をイオン注入する工程と、前記電荷転送部に読み出す電荷転送電極をマスクとして前記第2導電型不純物領域の表面部分に自己整合的に第1導電型不純物をイオン注入する工程と、をさらに有することを特徴とする請求項3乃至7の何れか

に記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項10】 第2導電型不純物のイオン注入の入射角を制御することにより、第2導電型不純物領域を読み出し部の転送電極下部に食い込むように形成し、転送電極端に対して所望の距離をおいて自己整合的に形成する工程をさらに有することを特徴とする請求項3乃至9の何れかに記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項11】 第1導電型不純物のイオン注入の入射角を制御することにより、第1導電型半導体層を読み出し部の転送電極端に対して所望の距離をおいて自己整合的に形成する工程をさらに有することを特徴とする請求項3乃至9の何れかに記載の固体撮像装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体撮像装置およびその製造方法に関し、特に、単層の導電性電極材料膜を加工することで電荷転送電極が形成された固体撮像装置において、狭い電極間ギャップを平坦化し、その上に形成する金属配線あるいは金属遮光膜の段差被覆性を向上させた固体撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図8及び図9は、従来の埋め込み型フォトダイオードを光電変換部に用いた固体撮像装置の工程順断面図を示したものである（参考文献：特開平5-267638号公報）。まず、N型半導体基板501上に、熱拡散法を用いて第1のP型ウェル層502および第2のP型ウェル層503を形成した後、リンをイオン注入して垂直電荷転送部504を形成する。その後、ボロンをイオン注入して、チャンネルストップ領域506および電荷読み出し領域505を形成する（図8（a））。

【0003】次に、N型半導体基板501表面を熱酸化してゲート酸化膜507を形成する。その後、図8（b）に示すように、ゲート酸化膜507上に減圧CVD法を用いて電荷転送電極材料膜508を堆積させる。そして、読み出し電極形成のため、フォトレジスト509をパターンニングする。その後、フォトレジスト509をマスクにドライエッチングを用いて電荷転送電極510を形成する。次に、フォトレジスト509を残した電荷転送電極510をマスクとして、セルフアラインで、リンイオン注入を行い、フォトダイオードとなるN型ウェル511を形成する。このとき、フォトレジスト509の膜厚は、リンイオンが突き抜けないように約3 μ mの厚さのレジストを使用する（図8（c））。

【0004】その後、埋め込みフォトダイオード形成を行うため、フォトレジスト509を除去した後、電荷転送電極510をマスクにしてボロンイオンをイオン注入し、P+型領域512を形成する（図9（a））。図8、図9においては、固体撮像装置の製造工程における画素の断面図を示したが、平面的な電極のパターン配置

は、たとえば、図10に示されるように配置される。

【0005】図10においては、電荷転送電極は1層の電荷転送電極材料膜を加工することにより構成されており、電荷転送電極中に光電変換部が閉じた領域として形成されている。図10におけるA-A'線に沿った断面の工程順断面図を示したのが図8及び図9である。電荷転送電極は4枚をひとつの単位として、それぞれ異なった相の駆動パルス（ $\Phi 1$ から $\Phi 4$ ）が印加されるが、これらのパルスにより電荷転送を行うためには、電荷転送電極を行方向に分離する領域614を設ける必要がある。

【0006】図11は、図10におけるB-B'線に沿った断面図である。電荷転送電極材料膜を行方向に分離する領域714が形成されており、その上に層間絶縁膜716を介して金属遮光膜717が設けられており、垂直電荷転送部への光の入射を防いでいる。しかしながら、従来の固体撮像装置では、図12に示すように電荷転送電極材料膜を行方向に分離する領域（電極間ギャップ）は0.25 μ m～0.50 μ m程度の短い距離で形成されるため、その上に形成する層間絶縁膜816に「す」が出来る、或いは、被覆性が悪い箇所が発生し、その上に形成する金属遮光膜あるいは金属配線に段切れ820が生じ、遮光特性あるいは電荷転送特性が劣化するという問題点があった。

【0007】また、配線層の段切れを防ぐために、配線を設ける前に装置全面を平坦化することが考えられるが、このときには、図13に示すように光電変換部も平坦化されるため、金属遮光膜の基板表面からの高さが高くなり、斜め入射光921が垂直電荷転送部に入り込み、スミア特性が劣化するという問題点があった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、上述したような従来の固体撮像装置の問題点に対して、電荷転送電極を、単層の導電性電極材料膜をエッチング加工することで形成し、そのエッチング領域を、行方向に分割する第1の領域と光電変換部上の第2の領域との2つに分け、第1の領域のエッチング領域を絶縁膜で埋め込むことにより、垂直電荷転送部上あるいは電荷転送電極に駆動電圧を印加するための金属配線を形成する領域の下部のみを平坦化することで、スミア特性の劣化なしに良好な金属配線層の形成を可能にした固体撮像装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】即ち、本発明に係わる固体撮像装置の第1態様は、第1導電型半導体層の表面領域内に形成された光電変換部と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に前記光電変換部に隣接して形成され、前記光電変換部で発生した信号電荷を受け、この電荷を転送する第2導電型の電荷転送部と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に形成され、前記光電変換部で発生し

た信号電荷を前記電荷転送部に読み出す電荷読み出し部と、前記電荷読み出し部および前記電荷転送部の上に、ゲート絶縁膜を介して形成された単層の電荷転送電極を備えた固体撮像装置において、前記電荷転送電極を分離する領域内に高さが電荷転送電極と同等或いはそれ以下の高さになるよう絶縁膜を埋め込んだことを特徴とするものであり、又、第2態様は、前記電荷転送電極の表面部分には、シリサイド膜が形成されていることを特徴とするものである。

【0010】又、本発明に係わる固体撮像装置の製造方法の第1態様は、第1導電型半導体層の表面領域内に形成された光電変換部と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に前記光電変換部に隣接して形成され、前記光電変換部で発生した信号電荷を受け、この電荷を転送する第2導電型の電荷転送部と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に形成され、前記光電変換部で発生した信号電荷を前記電荷転送部に読み出す電荷読み出し部と、前記電荷読み出し部および前記電荷転送部の上に、ゲート絶縁膜を介して形成された単層の電荷転送電極と、互いに隣り合う前記電荷転送電極を分離する絶縁膜と、この絶縁膜上に設けられた遮光膜とからなる固体撮像装置の製造方法において、前記ゲート絶縁膜上に成膜された導電性電極材料膜を行方向に分割し、前記電荷転送電極を形成するため、前記導電性電極材料膜上の第1の領域をエッチングする工程と、全面に絶縁物を成膜し、前記エッチングした領域を絶縁物で埋め込む工程と、少なくとも前記導電性電極材料膜が露出するまで前記絶縁物を除去する工程と、前記導電性電極材料膜上の第2の領域をエッチング除去し、前記光電変換部の開口部分を形成する工程と、を含むことを特徴とするものであり、又、第2態様は、第1導電型半導体層の表面領域内に形成された光電変換部と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に前記光電変換部に隣接して形成され、前記光電変換部で発生した信号電荷を受け、この電荷を転送する第2導電型の電荷転送部と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に形成され、前記光電変換部で発生した信号電荷を前記電荷転送部に読み出す電荷読み出し部と、前記電荷読み出し部および前記電荷転送部の上に、ゲート絶縁膜を介して形成された単層の電荷転送電極と、互いに隣り合う前記電荷転送電極を分離する絶縁膜と、この絶縁膜上に設けられた遮光膜とからなる固体撮像装置の製造方法において、第1導電型半導体層の表面上にゲート絶縁膜を介して導電性電極材料膜を形成する工程と、前記導電性電極材料膜上に第1のマスク材を形成する工程と、前記第1のマスク材をマスクとして前記導電性電極材料膜をエッチング除去し、前記導電性電極材料膜上の第1の領域を行方向に分割する工程と、装置全面に熱によるリフロー性を有する絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜を熱リフローする工程と、前記絶縁膜をエッチバック法によりエッチングし、少なくとも前記導電性電極材料膜の

表面を露出させる工程と、全面に第2のマスク材を形成する工程と、前記第2のマスク材をマスクとして前記導電性電極材料膜上の第2の領域をエッチング除去し、光電変換部の開口部分を形成する工程と、を含むことを特徴とするものであり、又、第3態様は、前記光電変換部が、前記第2の領域に対して自己整合的に形成されることを特徴とするものであり、又、第4態様は、前記導電性電極材料膜の表面部分をシリサイド化する工程を含むことを特徴とするものであり、又、第5態様は、絶縁膜をエッチバック法によりエッチングし、少なくとも前記導電性電極材料膜の表面を露出させた後、全面に高融点金属膜を成膜する工程と、熱処理を行い前記導電性電極材料膜の表面をシリサイド化する工程と、シリサイド化していない前記融点金属膜を除去する工程と、を更に有することを特徴とするものであり、又、第6態様は、第2のマスク材をマスクとして導電性電極材料膜をエッチング除去した後、前記第2のマスク材および前記導電性電極材料膜、もしくは前記導電性電極材料膜をマスクとして第1導電型不純物および第2導電型不純物をイオン注入し、光電変換部を形成する工程と、をさらに有することを特徴とするものであり、又、第7態様は、第2のマスク材をマスクとして導電性電極材料膜をエッチング除去した後、前記第2のマスク材および前記導電性電極材料膜、もしくは前記導電性電極材料膜をマスクとして第2導電型不純物をイオン注入する工程と、前記電荷転送部に読み出す電荷転送電極をマスクとして前記第2導電型不純物領域の表面部分に自己整合的に第1導電型不純物をイオン注入する工程と、をさらに有することを特徴とするものであり、又、第8態様は、第2導電型不純物のイオン注入の入射角を制御することにより、第2導電型不純物領域を読み出し部の転送電極下部に食い込むように形成し、転送電極端に対して所望の距離において自己整合的に形成する工程をさらに有することを特徴とするものであり、又、第9態様は、第1導電型不純物のイオン注入の入射角を制御することにより、第1導電型半導体層を読み出し部の転送電極端に対して所望の距離において自己整合的に形成する工程をさらに有することを特徴とするものである。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明に係わる固体撮像装置の製造方法は、第1導電型半導体層の表面領域内に形成された光電変換部と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に前記光電変換部に隣接して形成され、前記光電変換部で発生した信号電荷を受け、この電荷を転送する第2導電型の電荷転送部と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に形成され、前記光電変換部で発生した信号電荷を前記電荷転送部に読み出す電荷読み出し部と、前記電荷読み出し部および前記電荷転送部の上に、ゲート絶縁膜を介して形成された単層の電荷転送電極と、互いに隣り合う前記電荷転送電極を分離する絶縁膜と、この絶縁膜上

に設けられた遮光膜とからなる固体撮像装置の製造方法において、前記ゲート絶縁膜上に成膜された導電性電極材料膜を行方向に分割し、前記電荷転送電極を形成するため、前記導電性電極材料膜上の第1の領域をエッチングする工程と、全面に絶縁物を成膜し、前記エッチングした領域を絶縁物で埋め込む工程と、前記導電性電極材料膜が露出するまで前記絶縁物を除去する工程と、前記導電性電極材料膜上の第2の領域をエッチング除去し、前記光電変換部の開口部分を形成する工程とを含むことを特徴とするものであり、又、第1導電型半導体層の表面領域内に形成された光電変換部と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に前記光電変換部に隣接して形成され、前記光電変換部で発生した信号電荷を受け、この電荷を転送する第2導電型の電荷転送部と、前記第1導電型半導体層の表面領域に形成され、前記光電変換部で発生した信号電荷を前記電荷転送部に読み出す電荷読み出し部と、前記電荷読み出し部および前記電荷転送部の上に、ゲート絶縁膜を介して形成された単層の電荷転送電極と、互いに隣り合う前記電荷転送電極を分離する絶縁膜と、この絶縁膜上に設けられた遮光膜とからなる固体撮像装置の製造方法において、第1導電型半導体層の表面上にゲート絶縁膜を介して導電性電極材料膜を形成する工程と、前記導電性電極材料膜上に第1のマスク材を形成する工程と、前記第1のマスク材をマスクとして前記導電性電極材料膜をエッチング除去し、前記導電性電極材料膜上の第1の領域を行方向に分割する工程と、装置全面に熱によるリフロー性を有する絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜を熱リフローする工程と、前記絶縁膜をエッチバック法によりエッチングし、少なくとも前記導電性電極材料膜の表面を露出させる工程と、全面に第2のマスク材を形成する工程と、前記第2のマスク材をマスクとして前記導電性電極材料膜上の第2の領域をエッチング除去し、光電変換部の開口部分を形成する工程と、を含むことを特徴とするものであり、更に、前記導電性電極材料膜の表面部分をシリサイド化する工程を含むことを特徴とするものである。

【0012】又、本発明の固体撮像装置は、第1導電型半導体層の表面領域内に形成された光電変換部と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に前記光電変換部に隣接して形成され、前記光電変換部で発生した信号電荷を受け、この電荷を転送する第2導電型の電荷転送部と、前記第1導電型半導体層の表面領域に形成され、前記光電変換部で発生した信号電荷を前記電荷転送部に読み出す電荷読み出し部と、前記電荷読み出し部および前記電荷転送部の上に、ゲート絶縁膜を介して形成された単層の電荷転送電極と、互いに隣り合う前記電荷転送電極を分離する領域に設けられた絶縁膜と、この絶縁膜上に設けられた遮光膜とからなる固体撮像装置において、前記電荷転送電極を分離する絶縁膜は、前記電荷転送電極の膜厚と同じ膜厚で前記電荷転送電極を分離する領域に埋

め込まれ、且つ、前記領域内には、前記金属遮光膜が設けられないことを特徴とするものである。

【0013】

【実施例】以下に、本発明に係わる固体撮像装置およびその製造方法の具体例を図面を参照しながら詳細に説明する。

(第1の具体例) 図1乃至図3は、本発明に係わる固体撮像装置およびその製造方法の第1の具体例の構造を示す図であって、これらの図には、第1導電型半導体層の表面領域内に形成された光電変換部100と、前記第1導電型半導体層の表面領域内に前記光電変換部100に隣接して形成され、前記光電変換部100で発生した信号電荷を受け、この電荷を転送する第2導電型の電荷転送部104と、前記第1導電型半導体層の表面領域に形成され、前記光電変換部100で発生した信号電荷を前記電荷転送部104に読み出す電荷読み出し部105と、前記電荷読み出し部105および前記電荷転送部104の上に、ゲート絶縁膜107を介して形成された単層の電荷転送電極110と、互いに隣り合う前記電荷転送電極110を分離する絶縁膜115と、この絶縁膜115上に設けられた遮光膜117とからなる固体撮像装置の製造方法において、前記ゲート絶縁膜107上に成膜された導電性電極材料膜208を行方向に分割し、前記電荷転送電極110を形成するため、前記導電性電極材料膜208上の第1の領域214をエッチングする工程と、全面に絶縁物215を成膜し、前記エッチングした領域214を絶縁物215で埋め込む工程と、前記導電性電極材料膜208が露出するまで前記絶縁物215を除去する工程と、前記導電性電極材料膜208上の第2の領域213Aをエッチング除去し、前記光電変換部の開口部分213を形成する工程と、を含む固体撮像装置の製造方法が示されている。

【0014】以下に、第1の具体例を更に詳細に説明する。図1は、本発明の第1の具体例で、埋め込み型フォトダイオードを光電変換部に用いた固体撮像装置の画素の断面図を示したものである。なお、平面パターンは図10に示した従来例の装置と同一であるので図示しない。図1(a)は光電変換部の断面を(図10のA-A'断面図に相当)、図1(b)は垂直電荷転送部の転送方向に沿った断面を(図10のB-B'断面図に相当)を示したものである。

【0015】本具体例においては、電荷転送電極は単層のポリシリコンによって構成され、電荷転送電極を行方向に分割する溝状の分離領域には絶縁膜115が埋め込まれ、平坦化されたうえで、層間絶縁膜116および金属遮光膜117が形成されている。また、電荷転送電極110の形成時のエッチングは、これを行方向に分割する溝状の分離領域214と光電変換部上の領域213Aとの2つに分け、光電変換部上の領域213Aのエッチング後に光電変換部となるN型ウェル111を形成する

ためのリンのイオン注入を行うことにより、電荷読み出し電極105と光電変換部100が自己整合で形成されている。

【0016】次に、図1に示す本発明の固体撮像装置の製造方法を、光電変換部と垂直電荷転送部の転送方向に沿った断面に分けて説明する。図2は、本発明の固体撮像装置の具体例で、光電変換部の工程順断面図と、垂直電荷転送部を転送方向に切った工程順断面図を示したものである。ここで、ゲート酸化膜207上に電荷転送電極材料膜208を形成するまでの工程は、図8及び図9に示した従来例の固体撮像装置の製造方法と同様であるので割愛する。また、光電変換部の断面図は、開口部付近のみを示している。

【0017】N型半導体基板201表面を熱酸化してゲート酸化膜207を形成する。その後、ゲート酸化膜207上に減圧CVD法を用いてポリシリコンからなる電荷転送電極材料膜208を堆積させる。その後、フォトレジストをパターンニングして、垂直電荷転送部の電荷転送電極に溝状の分離（電極間ギャップ）領域214を形成する（図2（a）、（b））。

【0018】次に、装置全面に熱によるリフロー性を有する絶縁膜215、たとえば、BPSG（Boro-Phosphorus-Silicate-Glass）膜を被着する。このときのBPSG膜の膜厚は、電極間ギャップ寸法の2倍程度の厚さとするのがよい（図2（c））。次いで、850℃～950℃程度の温度で窒素雰囲気中で熱処理することにより、絶縁膜215をリフローさせ、垂直電荷転送部を平坦化する。（図2（d））。

【0019】次に、絶縁膜205を電荷転送電極材料膜208の表面が露出するまで、エッチングすることで、電極間ギャップ部214のみに絶縁膜215を埋め込む。図には示されていないが、このとき、垂直電荷転送電極へ駆動電圧を印加するための引き出し配線部、あるいは、水平電荷転送部等の電極間の分離領域にも絶縁膜が埋め込まれる（図2（e））。

【0020】その後、光電変換部の導電性電極材料膜上にフォトレジスト209をパターンニングする。そして、フォトレジスト209をマスクにドライエッチングを用いて、読み出し電極を兼ねた電荷転送電極中の光電変換部上の領域213Aに開口部213を形成する（図3（a））。次に、フォトレジスト209と電荷転送電極210をマスクとして、リンのイオン注入を行い光電変換部となるN型ウェル211を形成する（図3（b））。

【0021】その後、埋め込みフォトダイオード形成を行うため、フォトレジスト209および電荷転送電極210をマスクにしてボロンをイオン注入し、P+型領域212を形成する（図3（c））。次に、層間絶縁膜216を形成する（図3（d））。さらに、光電変換部に

外の領域に金属遮光膜217を形成する（図3（e））。

【0022】これにより、図1に示される本発明の固体撮像装置が得られる。本発明の第1の具体例においては、電荷転送電極のうち光電変換部で発生した信号電荷を電荷転送部に読み出すための読み出し電極を兼ねる電荷転送電極の形成時のエッチング領域を、行方向に分割する第1の領域と光電変換部上の第2の領域の2つに分け、第1の領域のエッチングの直後に、エッチングにより電荷転送電極材料膜を取り除いた第1の領域を絶縁膜で埋め込むことにより、電極間ギャップを平坦化し、その上に形成する金属遮光膜あるいは、金属配線の段差被覆性を向上させ、良好な電荷転送パルスが印加できる配線構造を実現することができる。このとき、光電変換部は平坦化されないで、光電変換部においては、電荷転送電極側壁部を金属遮光膜により完全に被覆することができ、光の漏れ込み等を防止し、良好なスミア特性を得ることができる。

【0023】さらに、第2の領域のエッチング後に光電変換部となるN型ウェルを形成するためのリンイオン注入を行うことにより、光電変換部と電荷読み出し電極の位置ずれを無くし、光電変換部から垂直電荷転送部への信号電荷読み出し特性を安定させた固体撮像装置が可能になる。また、電荷転送電極が、単層の導電性材料膜をエッチング加工することによって形成されるため、電極間の重なり部分がないことから、層間容量が小さく、電極間の絶縁の問題がないという利点があることは言うまでもない。

【0024】（第2の具体例）次に、本発明の第2の具体例の固体撮像装置を図面を参照して説明する。図4は、第2の具体例の断面図を示したものである。なお、第2の具体例の固体撮像装置においても、平面パターンは図10に示した従来例の装置と同一であるので図示しない。図4（a）は光電変換部の断面を（図10のA-A'断面図に相当）、図4（b）は垂直電荷転送部の転送方向に沿った断面を（図10のB-B'断面図に相当）を示したものである。

【0025】この具体例においては、電荷転送電極は単層のポリシリコンによって構成され、電荷転送電極を行方向に分割する溝状の分離領域には絶縁膜315が埋め込まれ、平坦化されたうえで層間絶縁膜316および金属遮光膜317が形成されている。本具体例においては、電荷転送電極の表面部分をシリサイド化することにより、電極抵抗の低減を図った点が第1の具体例とは異なる。

【0026】第2の具体例においても、電荷転送電極310の形成時のエッチングは、これを行方向に分割する溝状の分離用の第1の領域と光電変換部上の第2の領域との2つに分け、更に、光電変換部上の第2の領域のエッチング後に光電変換部となるN型ウェルを形成するた

めのリンのイオン注入を行うことにより、電荷読み出し電極と光電変換部が自己整合で形成されている。

【0027】次に、図4に示す本発明の固体撮像装置の製造方法を、光電変換部と垂直電荷転送部の転送方向に沿った断面に分けて説明する。図5乃至図7は、光電変換部と垂直電荷転送部を転送方向に切った工程順断面図を示したものである。ここで、ゲート酸化膜407上に電荷転送電極材料膜408を形成するまでの工程は、図8に示した従来例の固体撮像装置の製造方法と同様であるので割愛する。また、光電変換部の断面図は開口部のみを示している。

【0028】N型半導体基板401表面を熱酸化してゲート酸化膜407を形成する。その後、ゲート酸化膜407上に減圧CVD法を用いてポリシリコンからなる電荷転送電極材料膜408を堆積させる。その後、垂直電荷転送部の電荷転送電極に溝状の分離（電極間ギャップ）領域414を形成する（図5（a））。次に、装置全面に熱によるリフロー性を有する絶縁膜415、たとえば、BPSG膜を被着する。このときのBPSG膜の膜厚は、電極間ギャップ寸法の2倍程度の厚さとするのがよい（図5（b））。

【0029】次いで、850℃～950℃程度の温度で窒素雰囲気中で熱処理することにより、絶縁膜415をリフローさせ、垂直電荷転送部を平坦化する。（図5（c））。次に、絶縁膜415を電荷転送電極材料膜408の表面が露出するまで、エッチングすることで、電極間ギャップ部414のみに絶縁膜415を埋め込む。

【0030】図には示されていないが、このとき、垂直電荷転送電極へ駆動電圧を印加するための引き出し配線部、あるいは、水平電荷転送部等の電極間の分離領域にはすべて絶縁膜415が埋め込まれる（図5（d））。次に、装置全面に金属膜あるいは、そのシリサイド膜、たとえば、チタン膜418を被着する（図6（a））。

【0031】次いで、700℃程度の温度で窒素雰囲気中で熱処理を施すことにより、チタンと電荷転送電極材料膜のポリシリコンを反応させ、ポリシリコン表面をチタンシリサイド419化する。このとき、ポリシリコンが露出していない部分、たとえば、電極間ギャップ部の絶縁膜の上は、シリサイド化されない（図6（b））。

【0032】次に、未反応のチタンをエッチング除去する（図5（c））。その後、光電変換部の導電性電極材料膜上にフォトレジスト409をパターンニングする。そして、フォトレジスト409をマスクにドライエッチングを用いて、光電変換部上の領域に開口部を形成する（図6（d））。次に、フォトレジスト409と電荷転送電極410をマスクとして、リンのイオン注入を行い光電変換部となるN型ウェル411を形成する（図7（a））。

【0033】その後、埋め込みフォトダイオード形成を行うため、フォトレジスト409および電荷転送電極4

10をマスクにしてボロンをイオン注入し、P+型領域412を形成する（図7（b））。次に、層間絶縁膜416を形成し（図7（c））、光電変換部以外の領域に金属遮光膜417を形成する（図7（d））。

【0034】このようにして、図4に示される本発明の第2の具体例の固体撮像装置が得られる。本発明の第2の具体例においては、第1の具体例に述べた利点に加えて、電荷転送電極抵抗を低減できるため、電荷転送パルスの鈍りのない良好な電荷転送特性を得ることができる。また、電荷転送電極表面に形成したシリサイド部分は光の透過性が小さいことから、遮光膜を突き抜けた光、あるいは、開口部から斜めに入射した光に対して、遮光性を有するためスミア特性を確保するのに高い信頼性能を有する固体撮像装置を提供することができる。

【0035】なお、本発明では、第2導電型不純物のイオン注入の入射角を制御することにより、第2導電型不純物領域を読み出し部の転送電極下部に食い込むように形成し、転送電極端に対して所望の距離をおいて自己整合的に形成する工程を有するように構成することが望ましい。更に、第1導電型不純物のイオン注入の入射角を制御することにより、第1導電型半導体層を読み出し部の転送電極端に対して所望の距離をおいて自己整合的に形成する工程を有するように構成することが望ましい。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、単層電極構造の固体撮像装置において、そのエッチング領域を、行方向に分割する第1の領域と光電変換部上の第2の領域との2つに分け、第1の領域のエッチング領域を絶縁膜で埋め込むことにより、垂直電荷転送部上或いは電荷転送電極に駆動電圧を印加するための金属配線を形成する領域の下部を平坦化することで、スミア特性の劣化なしに良好な金属配線層を形成することができるという優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の具体例の固体撮像装置の断面図である。

【図2】本発明の第1の具体例の固体撮像装置の製造工程を示す断面図である。

【図3】図2の続きの製造工程を示す断面図である。

【図4】本発明の第2の具体例の固体撮像装置の断面図である。

【図5】本発明の第2の具体例の固体撮像装置の製造工程を示す断面図である。

【図6】図5の続きの製造工程を示す断面図である。

【図7】図6の続きの製造工程を示す断面図である。

【図8】従来の固体撮像装置の製造工程を示す断面図である。

【図9】図8の続きの製造工程を示す断面図である。

【図10】従来の固体撮像装置の平面図である。

【図11】従来の固体撮像装置の電荷転送部の断面図である。

【図12】従来の固体撮像装置の問題点を示す断面図である。

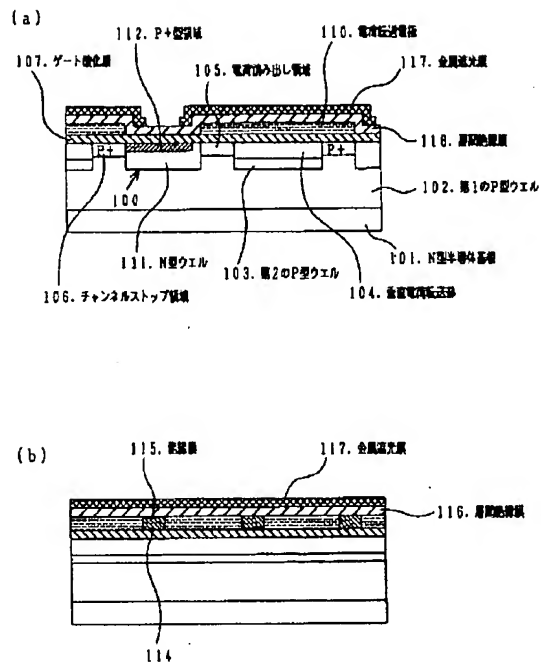
【図13】従来の固体撮像装置の問題点を示す断面図である。

【符号の説明】

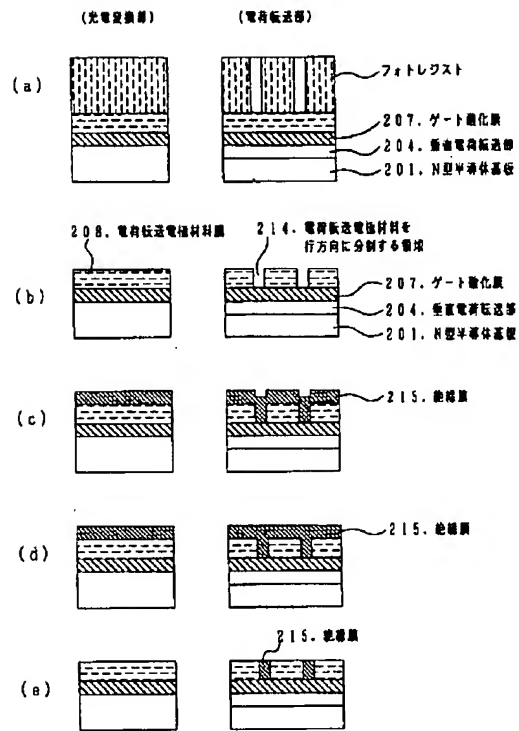
100…光電変換部
101…N型半導体基板
102…第1のP型ウェル
103…第2のP型ウェル
104…垂直電荷転送部
105…電荷読み出し領域
106…チャンネルストップ領域
107…ゲート酸化膜
110…電荷転送電極
111…N型ウェル
112…P+型領域
114…電荷転送電極材料膜を行方向に分割する領域
(電極間ギャップ)
115…絶縁膜 116…層間絶縁膜
117…金属遮光膜
201…N型半導体基板
204…垂直電荷転送部
207…ゲート酸化膜
208…電荷転送電極材料膜
209…フォトレジスト
211…N型ウェル
212…P+型領域
213…開口部
213A…第2の領域
214…電荷転送電極材料膜を行方向に分割する領域
(電極間ギャップ)(第1の領域)
215…絶縁膜 216…層間絶縁膜
217…金属遮光膜
315…絶縁膜 316…層間絶縁膜
317…金属遮光膜
319…高融点金属シリサイド膜
401…N型半導体基板
404…垂直電荷転送部
407…ゲート酸化膜

408…電荷転送電極材料膜
409…フォトレジスト
411…N型ウェル
412…P+型領域
413…開口部
414…電荷転送電極材料膜を行方向に分割する領域
(電極間ギャップ)
415…絶縁膜
416…層間絶縁膜
417…金属遮光膜
418…高融点金属膜
419…高融点金属シリサイド膜
501…N型半導体基板
502…第1のP型ウェル
503…第2のP型ウェル
504…垂直電荷転送部
505…電荷読み出し領域
506…チャンネルストップ領域
507…ゲート酸化膜
508…電荷転送電極材料膜
509…フォトレジスト
510…電荷転送電極
511…N型ウェル
512…P+型領域
516…層間絶縁膜
517…金属遮光膜
604…垂直電荷転送部
613…開口部
614…電荷転送電極材料膜を行方向に分割する領域
(電極間ギャップ)
714…電荷転送電極材料膜を行方向に分割する領域
(電極間ギャップ)
716…層間絶縁膜
717…金属遮光膜
816…層間絶縁膜
817…金属遮光膜
820…遮光膜の段切れ部
916…層間絶縁膜
917…金属遮光膜
921…斜め入射光

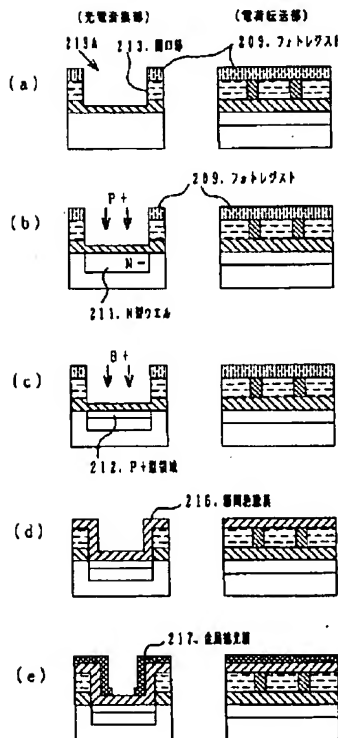
【図1】



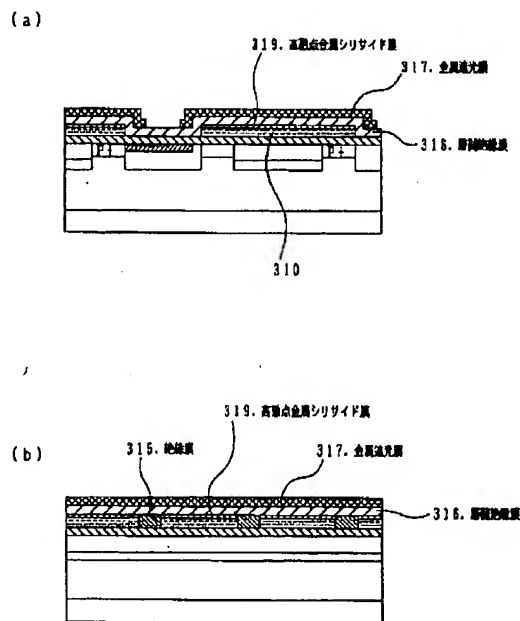
【図2】



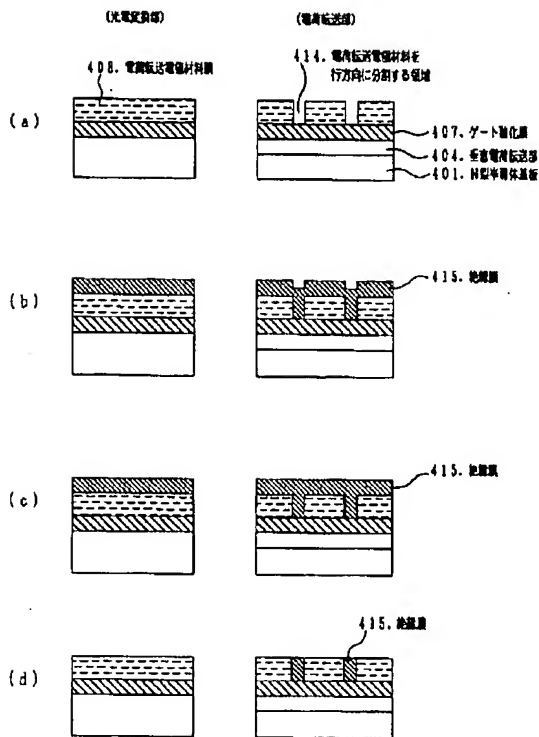
【図3】



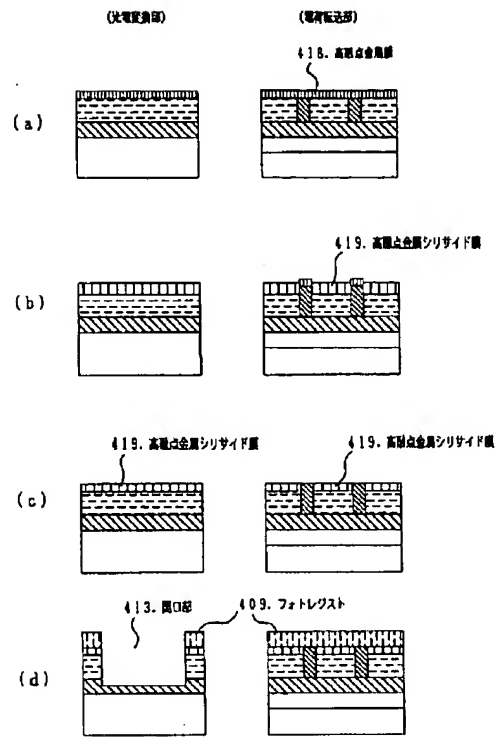
【図4】



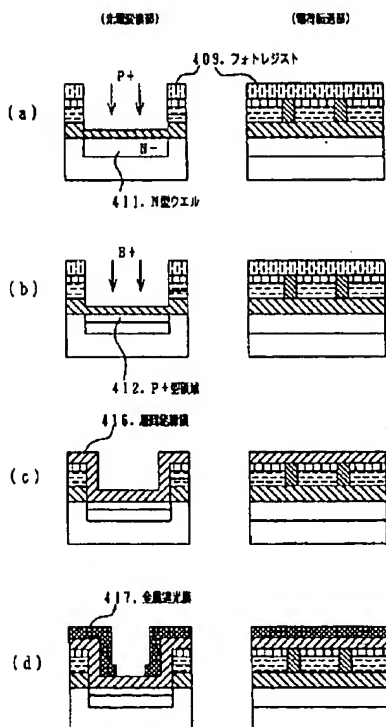
【図5】



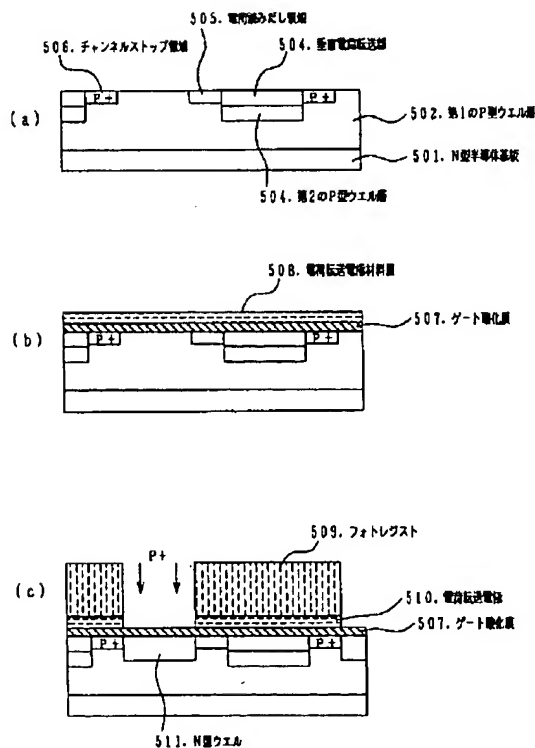
【図6】



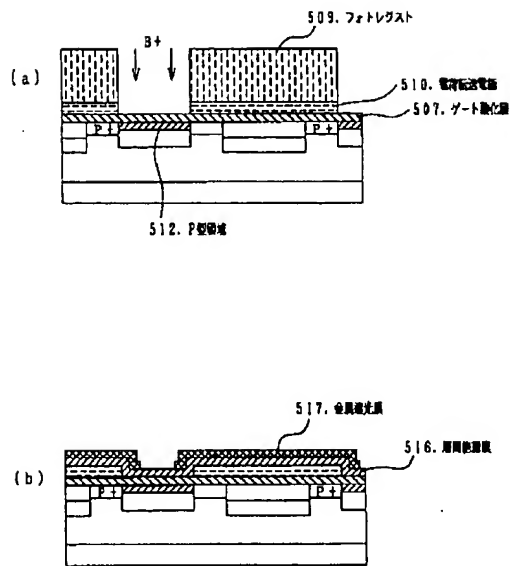
【図7】



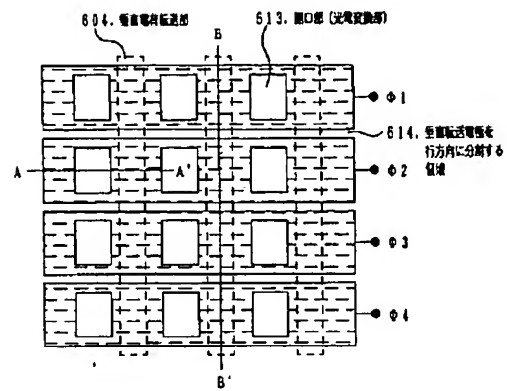
【図8】



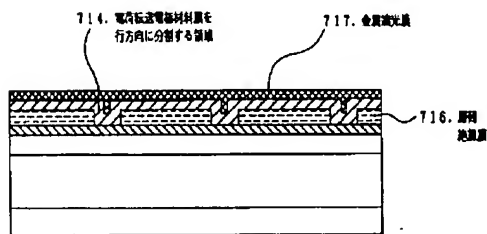
【図9】



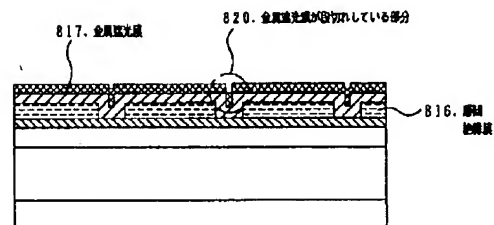
【図10】



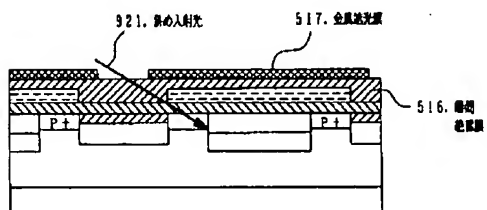
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4M118 AA03 AA05 AB01 BA13 CA04
DA03 DA18 DA20 EA03 EA07
EA14 FA06 FA26 FA35 GB07
GB11
5C024 AA01 CA04 CA31 FA01 FA12
GA01 JA04